

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011080959 **Image available**

WPI Acc No: 1997-058883/ 199706

XRPX Acc No: N97-048742

**Image processor used in digital copier, facsimile machine - uses
threshold value setting part to set up and change according to gradation
level of input image data**

Patent Assignee: SEIKO EPSON CORP (SHIH)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8307669	A	19961122	JP 95114967	A	19950512	199706 B

Priority Applications (No Type Date): JP 95114967 A 19950512

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8307669	A		16 H04N-001/40	

Abstract (Basic): JP 8307669 A

The image processor (30) receives multigrade image data (200) as well as image classification information (210) as input from an external source. The received image data is fed as input to a threshold value setting part (32) and to an error correction part (34). Error diffusion technique or average error minimum method is employed by this correction part consisting of a data correction part (38). The multigrade image data has its data components corresponding to each pixel of image, existing either at first or second gradation levels where first level is less than second level.

Based on gradation value of data corresponding to each pixel, digitization threshold value is set in the digitization threshold setting unit. Based on the set threshold, digitization of input data is carried out in a digitizer (36). This threshold value is set to lie within predefined limits.

ADVANTAGE - Improves image processing speed. Realizes edge enhancement effect. Reproduces thin line of intermediate gradation reliably. Prevents reduction in clarity. Enables tailing effect to be inhibited. Simplifies composition.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-307669

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 N 1/40
1/405

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 N 1/40

1 0 3 B

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-114967

(22) 出願日 平成7年(1995)5月12日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 角谷 繁明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び方法

(57) 【要約】

【目的】 誤差拡散法により多階調画像を2値化する場合、低濃度又は高濃度領域の立上り部でのドット生成の遅延、低濃度又は高濃度領域が終わった後の尾引き、及び中間階調の細線の再現性の悪化の問題を、画質を劣化させず且つ複雑な処理を用いずに解決する。

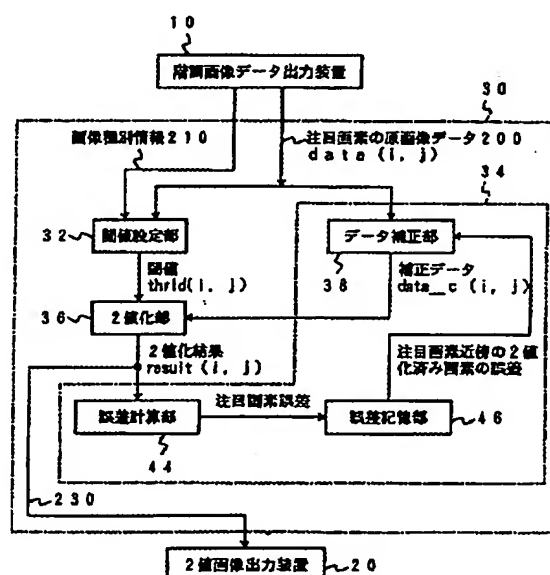
【構成】 多階調画像データ200を誤差拡散法を2値化する際に、閾値設定部32が、注目画素の多階調画像データ200の階調値に基づき、次の範囲内に2値化閾値を設定する。

$data \leq m$ のときには、 $data \leq thrld \leq (m + data)/2$

$data > m$ のときには、 $(m + data)/2 \leq thrld \leq data$

ここに、dataは注目画素の階調値、mは第1階調値および第2階調値の中間の値、thrldは2値化閾値である。

更に、多階調画像データ200が細線を多く含む場合、2値化閾値thrldが、 $thrld = data$ により近い特性に設定変更される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多階調画像データを、誤差拡散法または平均誤差最小法を用いて、第1階調値および第2階調値（第1階調値<第2階調値）のみからなる2階調画像データに変換出力する画像処理装置において、

注目画素の多階調画像データに、周辺の既に2値化済の画素から拡散された誤差を加えて補正し、補正画素データとして出力する誤差補正手段と、

前記注目画素の多階調画像データの階調値に基づき、2値化閾値を設定する閾値設定手段と、

設定された閾値に基づき、前記補正画素データを前記2階調画像データに変換出力する2値化手段と、

を含み、
前記注目画素の多階調画像データの階調値をdata、前記第1階調値および第2階調値の中間の値をm、前記閾値をthrldとしたとき、

前記閾値設定手段が、次の2つの条件

dataが第1階調値の付近の値の場合には、 $data \leq thrld \leq (m+data)/2$

dataが第2階調値の付近の値の場合には、 $(m+data)/2 \leq thrld \leq data$

の少なくとも一方を満たす範囲内の特性に前記2値化閾値thrldを設定し、且つこの2値化閾値thrldの設定を前記範囲内で変更できることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 請求項1において、
前記閾値設定手段が、前記多階調画像の種類又はユーザの指示に応じて、前記2値化閾値thrldの設定を変更することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 請求項1において、
更に、前記多階調画像データに含まれる画像の種類を判別する画像種類判別手段を備え、
前記閾値設定手段が、前記画像種類判別手段の判別結果に応じて前記2値化閾値thrldの設定を変更することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 請求項2又は3のいずれか1項において、

前記閾値設定手段が、前記多階調画像が細線を多く含む所定の種類である場合、他の種類の場合よりもthrld=dataにより近い特性に前記2値化閾値thrldの設定を変更することを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 請求項2又は3のいずれか1項において、

前記閾値設定手段が、ユーザからエッジ強調の指示を受けた場合、前記指示を受けない場合よりもthrld=dataにより近い特性に前記2値化閾値thrldの設定を変更することを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 請求項4又は5のいずれか1項において、

前記閾値設定手段が、前記2値化閾値の設定を変更する場合、thrld=dataを越えた前記範囲外の特性に変更で

きることを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 請求項1において、

前記閾値設定手段が、

前記注目画素の多階調画像データの階調値dataの値に基づき、次式

$$thrld = (data * (K - 1) + m) / K$$

ここに、Kは2以上の整数で表される定数、に従い前記2値化閾値thrldを設定し、且つ前記Kを2から∞の範囲で可変できることを特徴とする画像処理装置。

10 【請求項8】 請求項1において、

前記閾値設定手段が、

前記注目画素の多階調画像データの階調値dataの値に基づき、次式

$$data < m - L1 \text{ のときには、 } thrld = data + L1$$

$$m - L1 < data < m + L2 \text{ のときには、 } thrld = m$$

$$m + L2 < data \text{ のときには、 } thrld = data - L2$$

ここに、L1、L2は0からmの間の整数で表される定数、に従い前記2値化閾値thrldを設定し、かつ前記L1、L2を0からmの範囲で可変できることを特徴とする画像処理装置。

【請求項9】 多階調画像データを、誤差拡散法または平均誤差最小法を用いて、第1階調値および第2階調値（第1階調値<第2階調値）のみからなる2階調画像データに変換出力する画像処理方法において、

注目画素の多階調画像データに、周辺の既に2値化済の画素から拡散された誤差を加えて補正し、補正画素データとして出力する誤差補正過程と、

前記注目画素の多階調画像データの階調値に基づき、2値化閾値を設定する閾値設定過程と、

設定された閾値に基づき、前記補正画素データを前記2階調画像データに変換出力する2値化過程と、

を含み、
前記注目画素の多階調画像データの階調値をdata、前記第1階調値および第2階調値の中間の値をm、前記閾値をthrldとしたとき、

次の2つの条件

dataが第1階調値により近い値の場合には、 $data \leq thrld \leq (m+data)/2$

dataが第2階調値により近い値の場合には、 $(m+data)/2 \leq thrld \leq data$

の少なくとも一方を満たす範囲内の特性に前記2値化閾値thrldが設定され、且つこの2値化閾値thrldの設定が前記範囲内で変更できることを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多階調画像データを、中間調表示可能な2階調画像データに変換出力する画像処理装置、特に多階調画像データを誤差拡散法または平均誤差拡散最小法を用い、中間調表示な2階調画像デー

タに変換出力する画像処理装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、スキャナなどの画像入力を用いて読み取った多階調画像データや、コンピュータを用いて演算された多階調グラフィック画像データ等を、例えばディスプレイやプリンタ等を用いて再生表示させたり、あるいはファクシミリやデジタル複写機等を用いて再生表示させることが行われている。

【0003】このとき、画像出力装置として、多階調の画像データが再生表示できるものを用いる場合には問題はないが、例えばドット単位での階調制御ができないプリンタ装置や、ディスプレイ装置を用いた場合には、各画素の階調を2階調に減らす2値化処理を行う必要がある。

【0004】さらに、前記多階調画像データを保存し、あるいは転送するために、そのデータ容量を減らそうとする場合には、同様に各画素の階調数を2階調に減らす2値化処理することが広く行われている。

【0005】このように、多階調画像データを2値化処理する手法としては、各種のものがある。その中で、最も画質の優れたものとして、誤差拡散法や、それと等価な平均誤差最小法が広く用いられている。前記誤差拡散法や平均誤差最小法は、高解像度でありながら、連続的な階調制御が可能であるという優れた特徴をもつ。

【0006】前記誤差拡散法は、ある画素の2値化時に生じた量子化誤差を、周辺のまだ2値化していない画素に拡散して加えるものである。一方、平均誤差最小法は、周辺の2値化済みの画素に生じた量子化誤差の重み付き平均値で、次の注目画素のデータ値を修正するものである。誤差拡散法と、平均誤差最小法は、誤差の拡散作業をいつ行うかが異なるだけであり、論理的には等価である。誤差拡散法を使用した例としては、例えば特開平1-284173号公報の「画像処理方法及び装置」等がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし誤差拡散法や平均誤差最小法を用いた従来の画像処理装置では、多階調画像データを2階調画像データに変換する際に、次のような問題があった。

【0008】(1) 第1の問題点

低濃度領域（黒ドットが疎な領域）の立上がり部における黒ドットの生成および、高濃度領域（白ドットが疎な領域）の立上がり部における白ドットの生成が、大幅に遅延し、その結果、最悪の場合には画像が変形してしまう場合があるという問題がある。

【0009】(2) 第2の問題点

また、低濃度領域や高濃度領域が終わった後も、周辺画素に対する異常な誤差の拡散が残り、低濃度領域の後に続く画像データは高濃度側に、高濃度領域の後に続く画像データは低濃度側に歪む「尾引き」という現象が生じ

るという問題がある。

【0010】(3) 第3の問題点

原画像データ中に中間的な階調値の細い線がある場合、それを誤差拡散法又は平均誤差最小法によって2値化すると、その細線がうまく再現できずに極めて濃度が薄くなったり、場合によっては完全に消えてしまう、という問題点がある。

【0011】前記第1の問題点を、白い紙上に黒インクのドットを印刷する2階調プリンタ装置の場合について考えると、黒ドットはインクが滲んで大きくなるのに対し、白ドットは周囲の黒ドットからの滲みで潰れて目立ちにくくなるので、前記第1の問題点は特に低濃度部で目立つ結果となる。

【0012】前記第1から第3の問題点を、図面を用いてより詳細に説明する。

【0013】図1は、濃度階調値0～255の256多階調を用いて表示された原画像100である。この原画像100は、濃度階調値252の正方形をした高濃度領域110の中に、濃度階調値3の正方形の低濃度領域120が存在し、さらにこの低濃度領域120の右下に濃度階調値231（背景濃度252よりやや低濃度）の傾き45度の直線130が引いてある。さらに、画像の右下部分に濃度階調値0の白領域140があり、この白領域140内に、濃度階調値12をもつ低濃度の細い直線150が引いてある。

【0014】図2(A)には、誤差拡散法を用いた従来技術により、図1に示す原画像100の多階調画像データを2値化した画像が示されている。なお、図2(B)には、図2(A)の場所を示すための概略図が示されている。この2値化画像は、原画像100の左上隅画素を2値化開始点とし、右方向に1行分2値化した後、1画素下の行の左端に移る、という2値化作業を繰り返して得られたものである。

【0015】図2に示すように、正方形をした高濃度領域110の上辺および左辺の領域150（図2(B)参照）で白ドットの生成が遅延し、さらに正方形の低濃度領域120の上辺および左辺の領域142では、黒ドットの生成の遅延が生じている。すなわち、領域140、142では、前述した第1の問題が発生している。

【0016】また、階調値3の正方形をした低濃度領域120の尾引きの影響で、その右下にある領域160が完全に黒の階調になってしまっている。このように、領域160では、前述した第2の問題が発生している。

【0017】さらに、細い直線130、150に関してはほとんど消えており、特に直線150にあっては完全に消えてしまっている。つまり、細い線において第3の問題点が発生している。

【0018】上記第1および第2の問題を解決するために、特開平1-130945号公報にかかる「画像処理装置」の提案がなされている。

【0019】この提案に記載の第1の実施例は、0～255の256階調の入力濃度データを扱う場合に、入力濃度データ値が1以上29以下の場合に、閾値が以下に示すようにランダムに変化するようにしている。

【0020】入力データが1～4の時は、20～230、入力データが5～14のときは50～200、入力データが15～29のときは100～150の幅で閾値をランダムに変化させる。ランダムノイズの幅は、データが1～4の時はプラスマイナス105、データが5～14のときはプラスマイナス75、データが15～29のときはプラスマイナス25というふうになっており、0に近い低濃度領域ほど、大きなノイズを加える結果となっている。ただし、閾値の期待値はいずれも125で一定となっている。

【0021】このようにすると、低濃度時には大きな閾値ノイズによって閾値が非常に小さな値になるケースが生じる。このため、低濃度領域の立上り部でも255側に2値化される画素が発生し、ドット生成の遅延が改善される。しかし、この手法によって前記第1の問題点を改善しようとした場合には、低濃度領域は非常にノイズの多い、低品位な画像となってしまう。また、この従来例では、判定回路という特別な機構を設け、この判定回路を用い、注目画素周辺の2値化済み画素の2値化結果を調べ、周辺に既にドットがある場合には、注目画素をドット有りに2値化しないような判定処理を行っている。これは、前記問題を少しでも改善するためであろうと思われる。しかし、そのためには、判定回路が付近の12画素という多くの画素の2値化結果を参照するという複雑な判定処理が必要となり、処理時間がかかる上に、画質的にもまだ十分ではないという問題がある。これに加えて、この従来技術では、第2の問題点の改善も不十分である。

【0022】また、この従来技術に記載の「その他の実施例1」には、信号410を定義する式と、その例を示す図1とが食い違っており、その正確な理解は難しい。しかし、この従来技術には、「前述の実施例の場合と同じような閾値設定の機能をもたせて、かつハード規模を小さくできる」と述べられていることから、第1の実施例同様に、低濃度領域では閾値に大量のノイズを加えていると考えられる。従って、この従来例に記載の「その他の実施例1」は、「第1の実施例」と同様な問題点を有している。

【0023】また、前記第1および第2の問題点を改善するための別の手法として、特開平3-112269号公報にかかる「画像処理装置」や、特開平4-126464号公報にかかる「画像形成装置」などの提案がある。これらの従来技術は、注目画素近傍の複数画素の2値化結果を参照することによって、平均濃度値を推定し、それを閾値として注目画素の2値化を行っている。

【0024】しかし、これらの従来技術は、次の①、②

の問題がある。

【0025】①周辺の10以上もの画素の2値化結果を参照する必要があり、処理時間がかかったり、複雑な処理回路が必要となったりするという問題がある。

【0026】②さらに、データが急に変化しているエッジ部分では、周辺画素の平均濃度値を用いるのは適切でなく、この結果、不適切な2値化が行われ、ノイズが発生してしまうという問題がある。

【0027】また、前記第3の問題点に対する対策としては、2値化を行う前に、高域強調フィルターをかけるなどの前処理を行うのが一般的である。しかし、この方法は、前処理を行うために処理時間が長くなるという問題点がある。

【0028】本発明は、このような従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、低濃度領域、高濃度領域の立上り部でのドット生成の遅延の問題、低濃度領域、高濃度領域が終わった後の尾引きの問題、及び中間調の細線の再現性の悪化の問題を解決する事ができるとともに、画質劣化につながる副作用がなく、複雑な処理回路などをいなくとも多階調画像データを高速に二階調画像データに画像処理できる画像処理装置を得ることにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、多階調画像データを、誤差拡散法または平均誤差最小法を用いて、第1階調値および第2階調値（第1階調値<第2階調値）のみからなる2階調画像データに変換出力するものであって、注目画素の多階調画像データに、周辺の既に2値化済みの画素から拡散された誤差を加えて補正し、補正画素データとして出力する誤差補正手段と、注目画素の多階調画像データの階調値に基づき、2値化閾値を設定する閾値設定手段と、設定された閾値に基づき、補正画素データを2階調画像データに変換出力する2値化手段とを含む。

【0030】そして、注目画素の多階調画像データの階調値をdata、前記第1階調値および第2階調値の中間の値をm、前記閾値をthrldとしたとき、閾値設定手段が、次の2つの条件

dataが第1階調値の付近の値の場合には、 $data \leq thrld \leq (m+data)/2$

dataが第2階調値の付近の値の場合には、 $(m+data)/2 \leq thrld \leq data$

の少なくとも一方を満たす範囲内の特性に2値化閾値thrldを設定し、且つこの2値化閾値thrldの設定を上記範囲内で変更することができる。

【0031】上記閾値設定手段は、例えば、多階調画像の種類又はユーザの指示に応じて、2値化閾値thrldの設定を変更する。或は、多階調画像データに含まれる画像の種類を判別する画像種類判別手段を更に設けて、この画像種類判別手段の判別結果に応じて2値化閾値thrld

7

dの設定を変更するようにしてもよい。

【0032】2値化閾値thrldの設定変更は次のような態様で行うことが出来る。一つの態様は、多階調画像が細線を多く含む所定の種類である場合に、他の種類の場合よりもthrld=dataにより近い特性に、2値化閾値thrldの設定を変更するものである。また、別の態様は、ユーザからエッジ強調の指示を受けた場合に、同指示を受けない場合よりもthrld=dataにより近い特性に、2値化閾値thrldの設定を変更するものである。

【0033】更に、このように2値化閾値の設定を変更する場合、thrld=dataを越えた上記範囲外の特性に変更するようにしてもよい。

【0034】好適な一つの実施例では、注目画素の多階調画像データの階調値dataの値に基づき、次式

$$\text{thrld} = (\text{data} * (\text{K} - 1) + m) / \text{K}$$
ここに、Kは2以上の整数で表される定数、に従い2値化閾値thrldを設定し、且つ上記定数Kを2から∞の範囲で可変できるようにしている。

【0035】また、好適な別の実施例では、次式

$$\text{data} < m - L1 \text{ のときには、 } \text{thrld} = \text{data} + L1$$

$$m - L1 < \text{data} < m + L2 \text{ のときには、 } \text{thrld} = m$$

$$m + L2 < \text{data} \text{ のときには、 } \text{thrld} = \text{data} - L2$$
ここに、L1、L2は0からmの間の整数で表される定数、に従い2値化閾値thrldを設定し、かつ定数L1、L2を0からmの範囲で可変できるようにしている。

【0036】

【作用】多階調画像データは、誤差補正手段および閾値決定手段に入力される。

【0037】誤差補正手段は、注目画素の多階調データに、周辺の既に2値化済の画素から拡散された誤差を加えて補正し、補正画素データとして出力する。

【0038】閾値設定手段は、注目画素の多階調画像データの階調に基づき、2値化閾値を設定する。このとき、注目画素の多階調画像データの階調値dataが、2値化された後の画像の第1階調値および第2階調値（第1階調値<第2階調値）の少なくともいづれか一方の付近の値を取るとき、2値化閾値thrldを次式に示す範囲内の特性に設定する。

【0039】dataが第1階調値付近の値の時には、 $\text{data} \leq \text{thrld} \leq (m + \text{data}) / 2$

dataが第2階調値付近の値の時には、 $(m + \text{data}) / 2 \leq \text{thrld} \leq \text{data}$

なお、「第1階調値付近」とは、mより小さい範囲の一部または全部を、「第2階調値付近」とは、mより大きい範囲の一部または全部を意味している。

【0040】ここで、この2値化閾値thrldの設定は、多階調画像の種類やユーザからの指示などによって、変更できるようになっている。例えば、多階調画像が細線を多く含む種類であったり、ユーザから細線の強調が指示された場合、そうでない場合に比較して、よりthrld

8

=dataに近い特性（場合によっては、thrld=dataを越えて上記範囲外に出た特性）に設定変更される。

【0041】そして、2値化設定手段は、設定された閾値に基づき、前記補正画素データを、中間調表示可能な第1階調値および第2階調値のみからなる2階調画像データに変換出力する。

【0042】このように、本発明では、多階調画像データ値が小さいときには、閾値を小さく、画像データ値が大きいときには、閾値も大きくするよう注目画素の多階調画像データの階調値に応じて2値化閾値を最適化することで、2値化に伴い発生する誤差の蓄積を解消することができる。その結果、注目画素のドット生成を遅れずに良好に行うことができ、且つ尾引きの問題も解決することができる。

【0043】更に、閾値の特性を可変とすることにより、中間調の細線が薄れたり消えたりする問題も解決することができる。即ち、誤差の蓄積を解消するという目的に対し最適の閾値の特性が上記範囲内に存在するが、この最適特性からthrld=dataの側に閾値の特性を遷移させると、画像内のパターンのエッジが強調されるという効果が現れてくる。更にはthrld=dataを越えて上記範囲外に閾値を遷移させると、エッジ強調効果は一層顕著となる。そこで、原画像に細線が多く含まれる場合などに、閾値の特性を人為的に遷移させエッジ強調効果を生じさせることにより、細線が良好に再現できるようになる。

【0044】尚、誤差拡散法または平均誤差最小法を用い2値化処理を行う場合には、上記のように2値化閾値を変化させても、全体としての出力濃度はほとんど変動しない。

【0045】このように、本発明では、低濃度領域や高濃度領域で多量の誤差の蓄積が発生するという現象を解消することができ、それに起因して生じていた、低濃度または高濃度領域の立上り部でのドット生成の遅延や、低濃度領域または高濃度領域が終わった後の尾引きなどの問題を画質劣化につながる副作用なしに根本的に解決することができる。また、閾値を調整するという簡単な方法で、細線の再現性を向上させることができる。

【0046】

【実施例】次に、本発明の好適な実施例を図面に基づき詳細に説明する。

【0047】(1) システム全体の説明

図3には、本発明にかかる画像処理装置を用いたシステムの概略が示されている。

【0048】階調画像データ出力装置10から出力される原画像の多階調画像データ200及び画像種別情報210は、画像処理装置30へ入力される。ここで、画像種別情報210は、ユーザの指定した原画像の種別、例えばカラー写真、白黒ハーフトーン、線画、テキスト、これらの複合等を示すものである。

【0049】画像処理装置30は、入力された原画像の多階調画像データ200を、二値画像出力装置20の出力可能な2階調に階調数変換して出力する。すなわち、多階調画像データ200を、誤差拡散法または平均誤差最小法を用いて補正し、中間調表示可能な第1階調値および第2階調値のみからなる2階調画像データ230に変換して出力する。ここで、誤差拡散法または平均誤差最小法で用いる閾値は、後述するように、所定の特性に従って、原画像の階調値に応じて値が変わるように設定されている。しかも、この閾値の特性は、原画像の種別

によって、又はユーザの指示によって、変更されるようになっている。

【0050】二値画像出力装置20は、画像処理装置30から出力される2階調画像データ230に基づき、原画像を再生出力する。

【0051】本実施例において、前記階調画像データ出力装置10は、例えばコンピュータを用いて構成されている。そして、このコンピュータは、ハードディスク等に記憶された多階調画像データ200を画像処理装置30へ向け出力するように構成されている。多階調画像データ200は、0～255の256階調の濃度データとして表されている。なお、この階調画像データ出力装置10は、これ以外に、例えばコンピュータグラフィックの多階調画像データを出力するように形成してもよく、また、コンピュータ以外でも、例えば、スキャナ、ビデオカメラなど各種の手段を用いてもよい。

【0052】画像処理装置30は、入力される256階調の画像データを、誤差拡散法により、0（白）または255（黒）のみからなる2階調画像データ230に変換出力する。

【0053】二値画像出力装置20は、例えば、画素単位での階調制御ができないプリンタを用いて構成され、入力される2階調画像データ230に基づき、原画像を中間調表示可能に再生出力する。なお、二値画像出力装置20は、プリンタ以外に、必要に応じ、ディスプレイや、ファクシミリ装置、デジタル複写機等を用いてもよい。

【0054】(2) システムの具体例

本発明において、画像処理装置30は、階調画像データ出力装置10または二値画像出力装置20と別体に形成してもよいが、必要に応じ、これら各装置10、20と一体に形成してもよい。

【0055】例えば、図4に示すよう、階調画像データ出力装置10としてホストコンピュータ12を用い、二値画像出力装置20としてプリンタ20を用いた場合には、本発明の画像処理装置30を、プリンタ22内へ一体的に組み込んで形成することができる。この場合には、プリンタ22は、ホストコンピュータ12より出力される多階調画像データ200及び画像種別情報210が入力されるデータ入力部24と、本発明の画像処理装

置30と、2値化ドット印画部26とを含んで構成される。

【0056】また、本発明の画像処理装置30を、図5に示すよう、ホストコンピュータ12内へ一体的に組み込んで形成してもよい。この場合、ホストコンピュータ12は、階調画像ファイルの読込部14と、キー入力部15と、プリンタドライバ16と、データ出力部18とを含むように構成される。そして、前記プリンタドライバ16は、階調画像ファイル読込部14及びキー入力部15から多階調画像データ200及び画像種別情報210がそれぞれ入力される本発明の画像処理装置30と、この画像処理装置30の出力に基づき、プリンタ制御コマンドを生成するプリンタ制御コマンド生成部16aとを含み、プリンタ制御コマンドに基づき、プリンタ22を制御するように構成されている。

【0057】なお、図6に示すよう、階調画像データ出力装置10としてスキャナ50を用い、このスキャナ50で読み込んだ多階調画像データを2値化データとしてホストコンピュータ60へ出力する場合には、スキャナ50に本発明の画像処理装置30を一体的に組み込んで形成すればよい。この場合には、スキャナ50は、画像を光学的に読み取る階調画像データ読み取り部52と、読み取られた多階調画像データ200をホストコンピュータ60からの画像種別情報210に応じた閾値を用いて2値化し、2階調画像データ230として出力する本発明の画像処理装置30と、出力された2階調画像データ230のデータをホストコンピュータへ向け出力する2値化データ出力部54とを含んで構成される。

【0058】なお、本発明の画像処理装置は必要に応じ、前述以外の装置に一体的に組み込んで形成することもできる。

【0059】なお、説明の都合上、以降の説明では、図3に示すよう、本発明の画像処理装置30は、階調画像データ出力装置10および二値画像データ出力装置20とは別体に形成されるものとして、その説明を行う。

【0060】(3) 画像処理装置

図7には、画像処理装置30の機能ブロック図が示されている。

【0061】画像処理装置30は、最適閾値設定部32と、誤差補正部34と、2値化部36とを含んで構成される。

【0062】最適閾値設定部32および誤差補正部34には、注目画素の多階調画像データ200として、1行j列目の画素P[i, j]のデータdata(i, j)が入力されている。また、最適しきい値設定部32には、画像種別情報210も入力される。

【0063】最適閾値設定部32は、この注目画素P[i, j]の多階調画像データ200を2値化するのに用いる閾値thrld(i, j)を、注目画素の多階調画像データdata(i, j)に応じ、次式に基づき設定する。

【0064】

$$\text{thrld}(i, j) = (\text{data}(i, j) * (K-1) + 128) / K \quad \dots (1)$$

ここで、Kは、2以上の整数で表される定数である。この定数Kは、注目画素の多階調画像データdata(i, j)に応じて2値化閾値thrld(i, j)が変化する特性を決定するパラメータであり、画像種別に応じて異なる値が選ばれるようになっている。その具体的な説明は後に行う。

【0065】誤差補正部34は、注目画素P[i, j]の多階調画像データdata(i, j)を、周辺画素の2値化によって生じる2値化誤差に基づき誤差拡散法を用いて補正し、補正画像データdata c(i, j)として2値*

$$\begin{aligned} \text{data c}(i, j) \geq \text{thrld}(i, j) \text{ ならば、} \text{result}(i, j) &= 255 \\ \text{data c}(i, j) < \text{thrld}(i, j) \text{ ならば、} \text{result}(i, j) &= 0 \end{aligned} \quad \dots (2)$$

誤差補正部34は、データ補正部38、誤差拡散部40、拡散誤差記憶部42を含んで構成される。

【0068】拡散誤差記憶部42は、原画像の各画素毎の拡散誤差積算値total err(n, m)を記憶している※
err(i, j)=data c(i, j)-result(i, j)

のようにして求める。次にその2値化誤差err(i, j)を近傍の未2値化画素P[m, n] (P[i, j+1]、P[i+1, j]等)へ分配して拡散する。具体的には、拡散誤差記憶部40が記憶している各画素毎の拡散誤差積算値total err(n, m)に、注目画素P[i, j]からの拡散誤差分を加算していく。いま、図★

$$\begin{aligned} \text{total err}(i, j+1) &= \text{total err}(i, j+1) + \text{err}(i, j) * 3/16 \\ \text{total err}(i, j+2) &= \text{total err}(i, j+2) + \text{err}(i, j) / 16 \\ \text{total err}(i+1, j-2) &= \text{total err}(i+1, j-2) + \text{err}(i, j) / 16 \\ \text{total err}(i+1, j-1) &= \text{total err}(i+1, j-1) + \text{err}(i, j) * 2/16 \\ \text{total err}(i+1, j) &= \text{total err}(i+1, j) + \text{err}(i, j) * 3/16 \\ \text{total err}(i+1, j+1) &= \text{total err}(i+1, j+1) + \text{err}(i, j) * 2/16 \\ \text{total err}(i+1, j+2) &= \text{total err}(i+1, j+2) + \text{err}(i, j) / 16 \\ \text{total err}(i+2, j-1) &= \text{total err}(i+2, j-1) + \text{err}(i, j) / 16 \\ \text{total err}(i+2, j) &= \text{total err}(i+2, j) + \text{err}(i, j) / 16 \\ \text{total err}(i+2, j+1) &= \text{total err}(i+2, j+1) + \text{err}(i, j) / 16 \end{aligned} \quad \dots (4)$$

以上の工程により注目画素P[i, j]の2値化に伴う誤差拡散は終わる。

【0071】以上の工程を、2値化部36から2値化結果が出力される毎に繰り返して行う。なお、誤差拡散法の重みマトリクスの例としてはこれ以外にも、必要に応じ、例えば図8(b)、図8(c)など各種のものを採用することができる。

【0072】そして、データ補正部38は、注目画素P★

$$\text{data c}(i, j) = \text{data}(i, j) + \text{total err}(i, j) \quad \dots (5)$$

このような動作を、全画素について繰り返して行うことで、全画面の2値化を行う。

【0074】(4) 第1、第2の問題点の解消
このようにして、画像処理装置30は、入力される注目画素の多階調画像データ200を、誤差拡散法を用い、中間調表示可能な0階調値および255階調値のみからなる2階調画像データ230に変換出力する。

*化部36へ向け出力する。

【0066】2値化部36は、入力される注目画素P[i, j]の補正画像データdata c(i, j)を、閾値thrld(i, j)と比較して2値化し、その2値化結果result(i, j)を2階調画像データ230として出力する。すなわち、補正画像データを、次のように2値化して出力する。

【0067】

※る。

【0069】そして、誤差拡散部40は、まず、2値化結果result(i, j)と補正データdata c(i, j)とにより、2値化誤差errを、

... (3)

★8(a)のような誤差拡散重みマトリクスを用いるとする。図8の★が注目画素を示す。重みの合計値は16なので、注目画素での2値化誤差に、分配対象の画素位置に応じた重み値を乗じた後、16で割った値を、以下のようにtotal err(m, n)に加算する。

【0070】

★【1, j】の多階調画像データdata(i, j)が入力されると、その注目画素P[i, j]に対応した拡散誤差積算値total err(i, j)を拡散誤差記憶部42から読み出し、これを次式に基づき注目画素の多階調画像データdata(i, j)に加え、補正画像データdata c(i, j)を求める。

【0073】

... (5)

【0075】本実施例の画像処理装置30の第1の特徴は、低濃度領域や高濃度領域で多量の2値化誤差の蓄積が生じていたのを、最適閾値設定部32を用い解消し、それに起因して発生していた、低濃度領域または高濃度領域の立上り部でのドット生成の遅延や、低濃度領域または高濃度領域が終わった後の尾引き等の問題を解消したことにある。

【0076】以下、本発明の画像処理装置によって、前述した第1の問題点（ドット生成の遅延）および第2の問題点（尾引きの問題）の双方が解決される理由について説明する。

【0077】本発明者は、まず、前記第1および第2の問題点の原因の解明を行った。このために、図7に示す画像処理装置30において、最適閾値設定部32が設定する2値化閾値thrdを階調値128（0～255の中間値）に固定し、しかも画像データ200として、全画素が一定階調値であるような画像のデータを入力した。そして、前記数式（5）で原画像データに加えられる2値化誤差err（i，j）の平均値がどうなるかを調べてみた。

【0078】具体的には、図7に示す実施例の画像処理装置から最適閾値設定部32を取り除き、2値化閾値thrdを階調値128にほぼ固定した。そして、図9に示すよう、原画像サイズが600画素×400画素であり、全画素が一定の階調値であるような原画像180を、その左上隅を出発点として2値化処理した。そして、ドット形成が安定状態に達したと思われる、右下隅の200画素×100画素の領域190について、前記数式（5）で原画像データに加えられる2値化誤差err（i，j）の平均値を、平均2値化誤差として求めた。ただし、閾値は128に完全固定ではなく、特定の規則的パターンが生じる事態を回避する目的で、プラスマイナス6の範囲の少量のランダムノイズを加えてある。このノイズは、原画像データが本例のようにコンピュータで作出力した人工的なデータの場合に、パターンが規則的に生じるのを防ぐために付加したものである。

【0079】図10には、以上の実験を、原画像の階調値を0から255まで変えてみて行った結果を表したものである。この実験結果から明らかなように、原画像180は、その階調値が1～4という低濃度のものや、階調値が251～254という高濃度のものでは、その平均2値化誤差が0になるどころか、絶対値で100にも達するような大きな値となっていることがわかる。平均2値化誤差は、定常状態における誤差の拡散、蓄積量の期待値に相当するものである。誤差拡散法は、2値化誤差の局所的平均値を最小にする手法であると考えられているから、低濃度領域や高濃度領域で平均2値化誤差が0ではなく、このような絶対値の大きな値を取るということは、非常に興味深い発見であった。

【0080】この図10に示す実験データから、前述した第1および第2の問題点の生じるメカニズムを、次のように解析することができる。

【0081】①原画像180の階調値が、1～8や、247～254というように0または255近辺の値をとる場合には、2値化閾値を128のように固定すると、ドットが安定して形成される定常状態に落ち着くまでには、平均2値化誤差の絶対値が80以上に達するような

多量の誤差蓄積がなされる必要がある。特に、階調値が1～4や251～254の値の原画像データ180では、ドットが安定して形成される定常状態に落ち着くまでに、100以上の多量の誤差が蓄積される必要がある。この誤差蓄積量は、多階調画像データ200の濃度値が2値化濃度値である0および255に近付くほど大きくなる。

【0082】②誤差の蓄積時間

また、画像データの濃度が0付近の値の場合、それを0に2値化してもわずかな2値化誤差しか生じない。そのため、この2値化誤差が拡散・蓄積して80～100前後の値に達するまでには、かなりの蓄積期間が必要となる。また、画像データの濃度が255付近の値の場合にも、その2値化誤差が拡散・蓄積して、80～100前後の値に達するまでには、同様にかかなりの蓄積期間が必要となる。しかも、蓄積速度も、画像データの濃度値が2値化濃度値である0および255に近付くほど遅くなる。

【0083】③第1の問題点

誤差が蓄積されて、定常状態での蓄積量に達するまでの蓄積期間中は、ドットは形成されない。このため、ドット形成のために多量の誤差蓄積量が必要とされ、しかも、必要とされる誤差蓄積量に達するまでにかかなりの蓄積期間が必要になると、ドット生成の遅延が発生することになる。これが、第1の問題点の原因となる。

【0084】④第2の問題点

ドット形成のために多量の誤差蓄積量が必要になると、多量に蓄積された誤差が、領域外部にまで拡散されて周辺の画像データを歪ませる。これが、第2の問題点の原因となり、前述した尾引きの問題が生じる。

【0085】以上、①～④で述べたように、画像データが2値化濃度値である0および255付近の値をとる場合に、平均2値化誤差が非常に大きな絶対値を取り、「誤差の蓄積」現象が生じる。この「誤差の蓄積」現象が、前記第1および第2の問題点の発生原因である。

【0086】本実施例の画像処理装置において、最適閾値設定部32は、この「誤差の蓄積」という根本原因を解消し、前記第1および第2の問題点を本質的に解決するものである。すなわち、原画像データ200が低濃度の時には、2値化閾値を小さく、高濃度の時には閾値を大きくするように変化させて、原画像データ200の濃度に応じて2値化閾値を最適化することで、「誤差の蓄積」自体を解消しつつ、「誤差の蓄積」なしでドット生成を行うことを可能とするものである。

【0087】ここで、「低濃度領域での閾値を勝手に小さくしたりすると、255（黒ドット）に2値化される画素が増えて、濃度が大幅に上昇してしまうのではないか？」というような疑問が生じるかもしれない。確かに誤差拡散を行わない一般のディザ法においては閾値の変動は即濃度の変化に繋がる。しかし、本発明者が確認し

たところでは、誤差拡散法では閾値を変えてもトータルでの出力濃度はほとんど変動しなかった。すなわち、閾値を128に固定して2値化した場合と、64や192に固定して2値化した場合とで、出力濃度はほとんど変わらないのである。これは、誤差拡散法では2値化誤差を捨て去ることなく、周辺の未2値化画素に拡散させるためである。例えば、閾値を小さくしたために従来ならば0に2値化されていた画素が255に2値化される事態が生じて、その画素にはより絶対値の大きな負の2値化誤差が生じる。それが周辺の未2値化画素に拡散され、周辺画素階調レベルを下げる方向に働いて帳尻を合わせる。

【0088】図11には、本実施例による「誤差の蓄積」の解消効果が示されている。すなわち、図11は、本実施例の最適閾値設定部32を用いた場合に、図10と同様にして調べた平均2値化誤差がどのようになるかを明らかにしたもので、図10に示した閾値が128固定の場合に加えて、本実施例の数式(1)におけるKの値を、2、4、8、 ∞ とした場合の結果がプロットしてある。K= ∞ の場合、 $\text{thrid}=\text{data}$ となる。ただし図1

1の場合も、図10の場合同様、数式(1)で決まった*

$$\begin{aligned} \text{data} < 128 \text{ のときには } & \text{data} \leq \text{thrid} \leq (128 + \text{data}) / 2 \\ \text{data} > 128 \text{ のときには } & (128 + \text{data}) / 2 \leq \text{thrid} \leq \text{data} \quad \dots (6) \end{aligned}$$

の範囲になるよう設定することにより、平均2値化誤差の絶対値を50以下に納めることができ、第2の問題点を解決することができる。

【0091】次に、前記第1の問題点の「ドット生成遅れ」の影響を評価する実験も行った。この実験の結果、ドット生成遅れも、平均2値化誤差が減るに従って改善されることが確認された。ただし、前記数式(1)のKを大きくしすぎると、平均2値化誤差が0を越えて、その符号が逆転してしまう「過補正状態」が生じる。しかし、実際の印字結果の主観評価では、やや過補正状態にまでドット生成速度を早めたほうが、印字強調的な効果が生じて好ましい画質になった。data値が、1、2や253、254といったドット生成の遅れの最も大きいデータ領域の再現性を重視した主観評価結果では、K=8~24程度の範囲が非常に良好で、K=16は最適であった。

【0092】図12には、平均2値化誤差が常に0になる2値化閾値が曲線Aで示されている。この曲線Aの2値化閾値は、図11を基にして補間演算による推定値として求めたものである。

【0093】実施例の画像処理装置の最適閾値設定部32を、図12の曲線Aに従って原画像データから2値化閾値を決定するように構成すれば、前記第2の問題点の「尾引き」の期待値が0になる最良の最適閾値設定部が実現できる。なお、図12には、併せて、数式(1)のKの値が2、8、 ∞ の場合の特性線B、C、Dも描かれ

* 閾値に、最大でプラスマイナス6の少量のランダムノイズを加えている。

【0089】図11より、K=2、すなわち、 $\text{thrid} = (\text{data} + 128) / 2$ とすれば、平均2値化誤差が最大でも50以下と半分以下に減少し、誤差の蓄積量を大きく減少させる効果があるのがわかる。さらに、K=4とすると、全体的に平均2値化誤差が0に近付き、K=8とすると、画像データの濃度が1、2や253、254といった0や255に極めて近い階調値の場合でも、平均2値化誤差はほぼ0になる。

【0090】次に、本実施例の画像処理装置30から出力される2階調画像データ23に基づき、実際にプリンタを用いて印画を行い、前述した第2の問題点の「尾引き」の影響を評価する実験を行った。その結果、この評価実験の結果、平均2値化誤差の絶対値を50以下に押さえることにより、第2の問題点の「尾引き」の影響を大幅に軽減できることが確認された。このことから、前記数式(1)のKの値をK=2~ ∞ の範囲に設定することにより、すなわち、閾値thridを画像データdataの階調値に依りて、

ている。これらの特性線B、C、Dから、Kの値をK=8前後に設定した場合に、平均2値化誤差を近似的に0にすることができる2値化閾値が得られることがわかる。

【0094】尚、図12では、原画像データ200が0または255の場合の最適閾値を128としたが、データ階調値と2値化結果値が等しい場合の閾値は、どのように設定しても大差なくなる。したがって、本実施例の最適閾値設定部32でも、データ値が0または255の場合には、閾値をどのように設定してもよい。

【0095】(5) 第3の問題の解消

本発明の第2の特徴は、最適閾値設定部32が画像種別に依りて異なる閾値を選択し、それにより、特に線画のように細線の多い画像に対しては細線が確実に再現されるようにした点にある。

【0096】即ち、先に述べたように、第1の問題点のドット生成の遅延の改善の点から、平均2値化誤差が0を越えて符号が逆転した「過補正状態」気味のほうがよい主観評価が得られる場合がある。例えば、実験によれば、K=16程度の近似式を用いた場合に最良の主観評価が得られた。

【0097】さらに、K= ∞ まで増やすと、データ変化部のエッジがかなり強調される結果となるが、これが細線を確実に再現させる効果を生じる。従って、線画のように細線が多く含まれる画像を細線が明確に再現されるように印刷する場合には、Kを ∞ または十分大きい値に

設定することにより、線のエッジが強調され細線が確実に再現されるので好都合である。

【0098】そこで、本実施例の最適閾値設定部32は、画像種別情報210により与えられる原画像の種別に応じて、適切なKを選択するようになっている。例えば、画像種別がカラー写真や白黒ハーフトーンのように細線が多くない画像の場合には、 $K=8$ のように平均2値誤差が0になる2値化閾値を選択し、一方、画像種別が線画やテキストのように細線が多く且つそれを良好に再現する必要がある場合には $K=\infty$ のようにエッジが強調される2値化閾値を選択する。また、テキストや写真や線画などが複合された画像に対しては、例えば $K=16$ のようにいずれの画像種別に対しても程々に適度な2値化閾値を選択するようによい。

【0099】尚、画像種別情報210として、画像の種別を示すだけでなくユーザが任意にKの値を調整するための制御情報を用いることもできる。例えば、エッジの強調度合いを指示した情報、又はKの値を直接指示する制御情報を最適閾値設定部32に与えて、この制御情報に応じてKを決めるようにしてもよい。また、テキストや写真や線画などが複合された画像を最適に2値化するために、画像内の部分領域毎に画像種別又はエッジ強調の度合いをユーザが指定できるようにしてもよい。更に、画像処理装置30内に、多階調画像データ200に基づいて原画像の種類を自動判別する手段を設けて、その判別結果に基づき最適閾値設定部32が適合したKを選択するようにしてもよい。

【0100】また、図12に示すように、Kが $2 \rightarrow 8 \rightarrow \infty$ と大きくなるに従って特性線は $B \rightarrow C \rightarrow D$ のように傾きが急になり、最大の $K=\infty$ で $\text{thrld}=\text{data}$ となるが、この $\text{thrld}=\text{data}$ を越えて更に傾きを急にした例えば特性線Eのような2値化閾値も用意しておいて、ユーザの好みで選択できるようにしてもよい。この特性線Eの閾値を選択した場合は、エッジ強調がより一層強度になるが、用途によってはそれが好ましいケースがあり得るであろう。

【0101】また、このように2値化閾値を調整することでエッジ強調等の特殊効果が得られることから、特殊効果用のフィルタリングの代りとして、この2値化閾値調整を利用することもできる。

【0102】このように、本実施例によれば、多階調画像データ200を誤差拡散法を用いて、中間調表示可能な2階調画像データ230に変換出力するとともに、そ*

$$0 \leq \text{data}(i, j) < 128 - L1 \text{ ならば } \text{thrld}(i, j) = \text{data}(i, j) + L1$$

$$128 - L1 \leq \text{data}(i, j) \leq 128 + L2 \text{ ならば } \text{thrld}(i, j) = 128$$

$$128 + L2 < \text{data}(i, j) \leq 255 \text{ ならば } \text{thrld}(i, j) = \text{data}(i, j) - L2 \quad \dots (7)$$

ここにおいて、 $L1$ 、 $L2$ は $0 \sim 64$ の適当な値でよいが、 $8 \sim 16$ の範囲とすると写真などに対するものとして最適となる。なお、 $L1$ 、 $L2$ は同じ値に設定してもよい。また、 $L1$ 、 $L2$ を小さい値に設定する程、過補正

*の2値化処理に使用する2値化閾値を、多階調画像データ200の階調値に基づき、前記数式(6)の範囲に設定することにより、前記第1および第2の問題点を、画質劣化に繋がる副作用なしに根本的に解決することができる。

【0103】しかも、本実施例によれば、数式(1)の定数K(または、図12の特性線の傾き)の設定を画像種別またはユーザの指示により変えることにより、所望の特性をもった2値化出力画像を得ることができ、特に、線画などにおける第3の問題点を解消できる。

【0104】なお、図11、図12に示した補正データは、図8(a)に示した誤差拡散重みマトリクスを用いて誤差拡散した場合の例である。異なる重みマトリクスを用いた場合は、定量的には多少異なった結果が得られるが、定性的な傾向はほとんど変わらない。このように、本発明は、異なる誤差拡散重みマトリクスを用いた場合にも、有効である。

【0105】図13は、本実施例の画像処理装置30を用い、かつ過補正状態に2値化閾値を設定して、図1に示した原画像100を2値化した場合の印刷例を示す図である。従来問題となった、ドット生成の遅延や、低濃度領域120からの尾引きによる直線130の中央部の消失等の問題点や、細線130、150の消失の問題点が、完璧に解消しているのがわかる。

【0106】このように、本発明によれば、第1、第2、第3の問題点を理想的に解決できることが確認された。さらに、本発明によれば、有害な副作用を伴うことなく、第1、第2、第3の問題点を解決できることも確認できた。

【0107】(6) 最適閾値設定部の他の実施例

前記実施例において、最適閾値設定部32は、数式(1)に基づき2値化閾値の設定を行っている。本発明はこれに限らず、必要に応じて他の手法を用い2値化閾値の設定を行うようにしてもよい。

【0108】図14には、最適閾値設定部32によって設定される2値化閾値 thrld の他の実施例が示されている。

【0109】本実施例の最適閾値設定部32は、注目画素の多階調画像データ200として入力されるデータ $\text{data}[i, j]$ に基づき、次式に示すようにして閾値を設定するように形成されている。

【0110】

の度合いが強くなり、線画などに適するようになる。 $L1=L2=0$ とした場合は、一点鎖線で示す特性線となり、これは数式(1)の $K=\infty$ の場合と同じである。

【0111】本実施例の場合は、 data 値が128前後の

場合には、数式(6)で示した
 $\text{data} < 128$ の時には $\text{data} \leq \text{thrld} \leq (128 + \text{data})/2$
 $\text{data} > 128$ の時には $(128 + \text{data})/2 \leq \text{thrld} \leq \text{data}$
 という範囲からはずれることになるが、本発明が解決しようとしている第1、第2の問題点が特に顕著になるのは、 data が0または255近辺の値(0および255は含まない)の場合である。したがって、全データ領域で数式(6)が満たされる必要はなく、 data が0または255近辺の値の場合に数式(6)が満たされればよい。

【0112】したがって、2値化閾値を、前記数式(7)に示すように設定することによっても、前記第1、第2および第3の問題点を解決し、前記第1実施例と同様に良好な2値化画像を得ることができる。

【0113】図15には、最適閾値設定部32による2値化閾値 thrld のさらに別の実施例が示されている。

【0114】本実施例の最適閾値設定部32では、原画像データ200の階調値に依り、2値化閾値を連続的ではなく、段階的に設定する。このようにしても、前記実施例と同様に第1および第2の問題点を解決し、良好な2値化画像を得ることができる。第3の問題点を解消するため過補正状態にする場合には、例えば、一点鎖線で示したように $\text{thrld} = \text{data}$ に近づくように段階数を増やせばよい。

【0115】また、図16には、最適閾値設定部32のさらに別の実施例が示されている。本実施例の最適閾値設定部32は、低濃度領域のみに、本発明の特徴とする閾値最適化動作が働くように形成されている。すなわち、画像データ200の閾値が高濃度領域側にある場合には、2値化閾値は128に固定され、画像データ200が低濃度領域側の0近辺の値にあった時に、最適閾値を前記数式(6)を満足するように設定するよう形成されている。

【0116】例えば、ドットの滲み量の大きいプリンタ装置では、高濃度部の孤立した白ドットがほとんど潰れてしまうため、高濃度部では、第1の問題点がもともと顕著に現れない。そのため、第1の問題点が目立ちやすい低濃度部のみを、本発明により改善しようとするものである。

【0117】なお、画像出力装置の特性に依り、これとは逆に高濃度部領域のみに本発明の閾値最適化動作が働くように形成してもよい。

【0118】このように、本発明の最適閾値設定部32は、その画像出力装置に依りて、必要な原画像濃度領域にのみ、最適閾値設定するように形成してもよい。この場合にも、過補正状態用の閾値も用意しておき、用途に応じて選択できるようにしておく。

$$\text{thrld}(i, j) = (\text{data}(i, j) * (K-1) + (a+b)/2) / K \quad \dots (1)$$

に変換し、数式(2)を

$$\begin{aligned} \text{data } C(i, j) \geq \text{thrld}(i, j) & \text{ ならば、result}(i, j) = a \\ \text{data } C(i, j) < \text{thrld}(i, j) & \text{ ならば、result}(i, j) = b \end{aligned} \quad \dots (2)$$

【0119】(7) 閾値設定部の具体例

前述した各実施例における最適閾値設定部32は、原画像データから2値化閾値を設定するために、前記した数式(1)のような演算をその都度行うように形成してもよく、また原画像データの階調値と2値化閾値との対応関係をあらかじめ変換テーブル内に記憶しておき、それを参照するように形成してもよい。

【0120】図17には、最適閾値設定部32を、ROMを用いて構成した具体例が示されている。ROMのアドレスバスA0~A7に8ビット原画像データを入力すると、それに対応した8ビットの2値化閾値がデータバスD0~D7に出力されるよう形成されている。尚、実際のROMのアドレスバスは8ビットより遙かに多いため、アドレス領域を違えて種々の特性の2値化閾値をROMに格納しておいて、画像種別等に応じてアドレスする領域を選択するようにすれば、画像種別等に適した2値化閾値を出力することができる。

【0121】尚、各実施例の中には、最適閾値設定部32によって設定された2値化閾値に、さらに少量のランダムノイズを加えている例があった。これは、原画像データが、コンピュータ等で描いた非常に整然としたデータの場合に、誤差拡散法での2値化により特定の規則的パターンが生じてしまうことがあるのを防ぐために行うものである。したがって、原画像データが、階調値の適当なばらつきをもった自然画の場合には、このようなランダムノイズを加える処理は不必要になる。

【0122】また、ランダムノイズを付加した結果、閾値が数式(6)で示した範囲からはずれてしまうことがありうるが、閾値の期待値が数式(6)の範囲に入っていればよいものとする。

【0123】また、閾値ではなく、原画像データ側にノイズを付加しても、同様の効果が得られる。

【0124】(8) 他の実施例

なお、本発明は前記各実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で各種の変形実施が可能である。

【0125】例えば、前記実施例では、原画像データが0で白、255で黒となるような濃度データである場合を例にとり説明したが、原画像データが0で黒、255で白となるような、明度データである場合も、本発明を同様に適用できることはいうまでもない。

【0126】また、原画像データがA~B ($A > B$)の範囲の値をとる場合に、この原画像データをaまたはb ($a > b$)に2値化する場合には、第1の実施例の数式(1)を、

のように変更すればよい。一般には $A=a$ 、 $B=b$ であるが、出力装置の出力可能濃度が原画像データの範囲と大きく異なっている場合には、 A と a 、 B と b が一致し*

$data < m$ の時には $data \leq thrid \leq (m+data)/2$

$data > m$ の時には $(m+data)/2 \leq thrid \leq data$

のようになる。

【0128】また、前記実施例では、多階調画像データ200を、誤差拡散法を用いて補正する場合を例にとり説明したが、本発明はこれに限らず、平均誤差最小法を用いて補正する場合にも適用できる。

【0129】図18には、平均誤差最小法を用いた画像処理装置30の好適な実施例が示されている。なお、図2に示す前記実施例と対応する部材には同一の符号を付しその説明は省略する。

【0130】本実施例において、誤差補正部34は、データ補正部38と、誤差計算部44と、誤差記憶部46とを含んで構成される。

【0131】前記誤差計算部44は、前記数式(3)に基づき、注目画素の2値化誤差 err を演算し、誤差記憶部46の注目画素に対応したアドレスにその値を書き込むよう形成されている。この結果、誤差記憶部46の各画素アドレスに対応した記憶エリアには、2値化済みの画素の2値化誤差が順次書き込み記憶されていく。

【0132】データ補正部38は、注目画素 $P[i, j]$ の多階調画像データ $data(i, j)$ が入力されると、その注目画素 $P[i, j]$ 近傍の2値化済みの画素の誤差を誤差記憶部46から読み出す。そして、読み出した誤差データに所定の重みを付けをして平均誤差を求め、この平均誤差を注目画素の多階調画像データ $data(i, j)$ に加え、これを補正画像データ $data_c(i, j)$ として2値化部36へ向け出力する。

【0133】なお、これ以外の構成は、前記第1実施例と同様であるので、ここではその説明は省略する。

【0134】このような平均誤差最小法を用いた場合でも、前記第1実施例と同様な効果を奏することができる。

【0135】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、多階調画像データを、誤差拡散法または平均誤差最小法を用いて補正し、しかも、注目画素の階調値画像データの階調値に基づき、2値化閾値を最適化する閾値設定部を設けることにより、低濃度領域や高濃度領域で多量の誤差の蓄積が生じているという現象を解消することができ、それに起因して発生していた、低濃度領域や高濃度領域の立上り部でのドット生成の遅延や、低濃度領域や高濃度領域が終わった後の「尾引き」などの問題を、画質劣化に繋がる副作用なしに根本的に解消できる画像処理装置を得ることができるという効果がある。

【0136】さらに、本発明によれば、閾値設定部を、簡単な演算を行うか、または変換テーブルを参照するな

*ない例もある。

【0127】この場合、数式(6)の閾値設定のための条件式は、 $m = (a + b) / 2$ として、

... (8)

どの単純な構成で実現できるため、複雑な処理回路を必要とせず、高速にかつ良好な画像処理を行うことができる。

【0137】さらに、本発明では、閾値設定部が設定する閾値を増減させることで、ドット生成速度の調整が可能となり、必要に応じ過補正状態を設定することで、例えばエッジ強調的な効果を期待でき、それにより中間階調の細線も確実に再現できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図2に示す2値化画像を得るために用いた原画像の説明図である。

【図2】従来の誤差拡散法により得られた、2値化結果の説明図である。

【図3】本発明が適用された画像処理システムの概略説明図である。

【図4】本発明の画像処理装置を組み込んだ画像処理システムの1例の全体概略説明図である。

【図5】画像処理システムの他の例の説明図である。

【図6】画像処理システムの更に他の例の説明図である。

【図7】図1に示す画像処理システムに用いられる画像処理装置の機能ブロック図である。

【図8】本実施例で用いられる拡散重みマトリクスの具体例の説明図である。

【図9】平均2値化誤差を求めるために使用した原画像データと、平均2値化誤差を求める領域との関係を示す説明図である。

【図10】原画像データの階調値と、平均2値化誤差の関係を示す説明図である。

【図11】本発明の第1実施例で、平均2値化誤差がどのように発生するかを示す説明図である。

【図12】平均2値化誤差が常に0になる2値化閾値の説明図である。

【図13】本発明の画像処理装置を用いて得られる2値化結果の説明図である。

【図14】本発明に用いられる閾値設定部の他の実施例の説明図である。

【図15】本発明に用いられる閾値設定部の他の実施例の説明図である。

【図16】本発明に用いられる閾値設定部の他の実施例の説明図である。

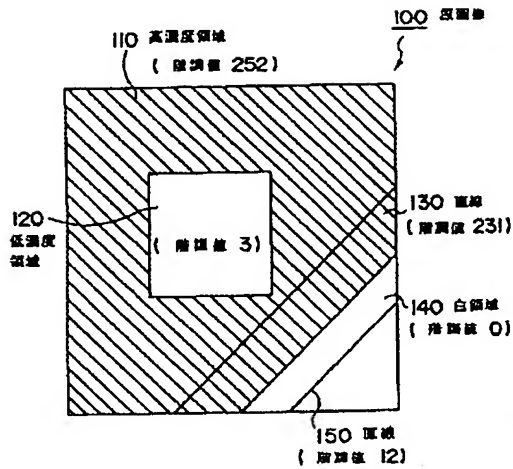
【図17】本発明に用いられる閾値設定部をハードウェアにて構成した例の説明図である。

【図18】多階調画像データの補正に平均誤差最小法を用いる画像処理装置の実施例のブロック図である。

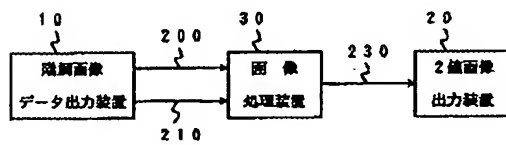
【符号の説明】

30 画像処理装置
32 閾値設定部
34 誤差補正部
36 2値化部

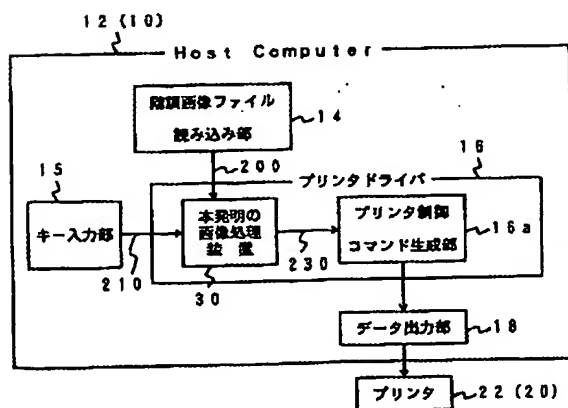
【図1】



【図5】

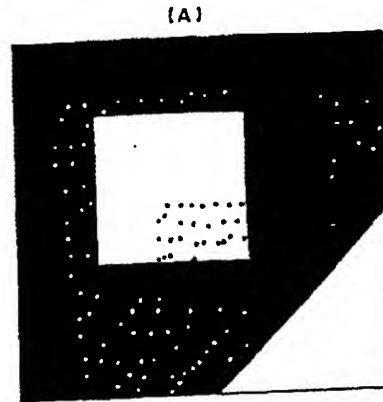


【図3】

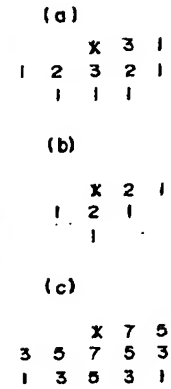


38 データ補正部
40 誤差拡散部
42 拡散誤差記憶部
200 多階調画像データ
210 画像種別情報

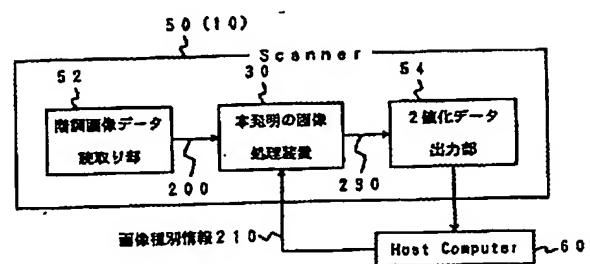
【図2】



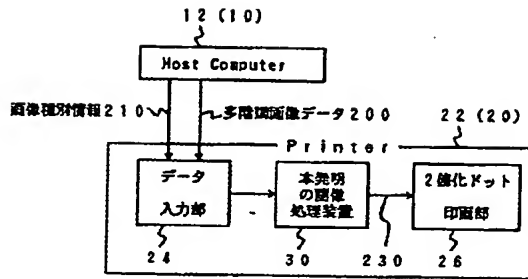
【図8】



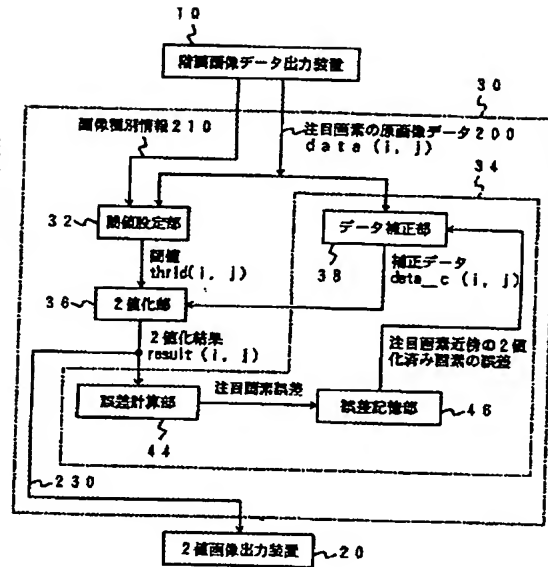
【図4】



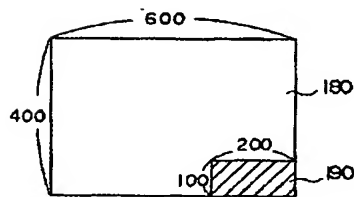
【図6】



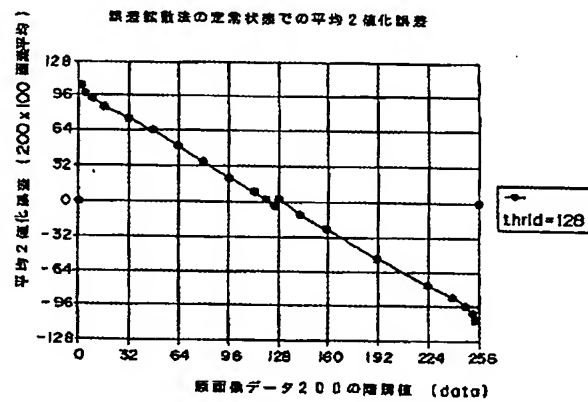
【図7】



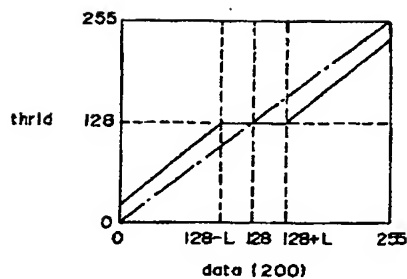
【図9】



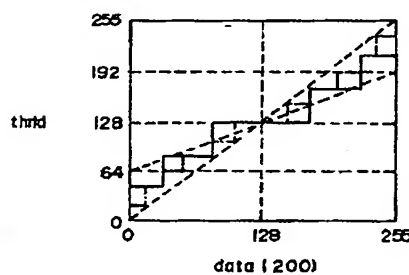
【図10】



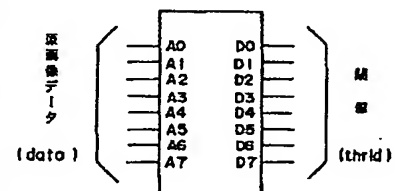
【図14】



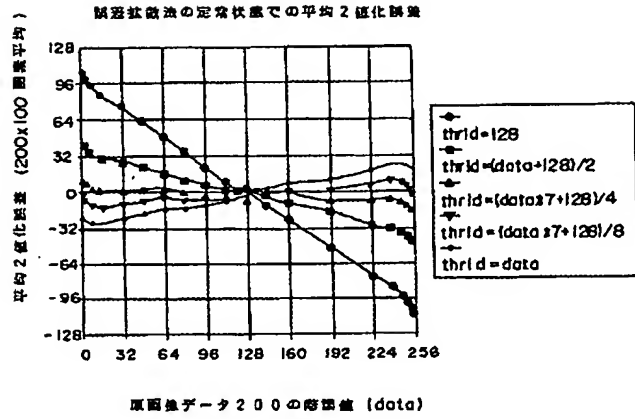
【図15】



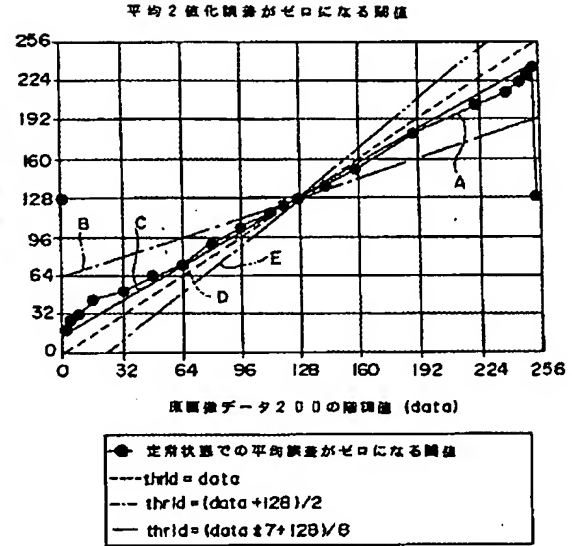
【図17】



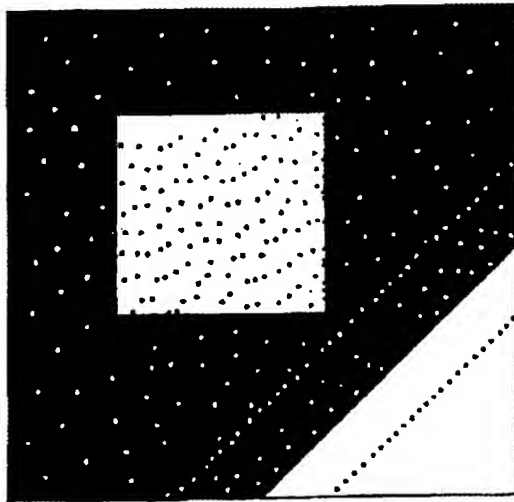
【図11】



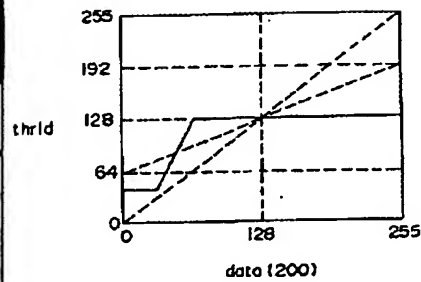
【図12】



【図13】



【図16】



【図18】

